

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KECEPATAN AIR BERBASIS DIGITAL DENGAN SENSOR *HALL-EFFECT*

Design and Development of a Digital Water Velocity Measurement Device Using a Hall-Effect Sensor

*Andri Dwi Utomo¹, Andi Taufiqurrahman Akbar², Muhammad Syafaat³

^{1,2,3} Institut Teknologi Bacharuddin Jusuf Habibie

^{1,2,3} Prodi Ilmu Komputer Jurusan Teknologi Produksi dan Industri
andri@ith.ac.id, anditaufiq@ith.ac.id, syafaat@ith.ac.id

Received: 21 November 2024

Accepted: 17 Desember 2024

ABSTRAK

Perkembangan teknologi telah memicu transformasi yang signifikan dari alat ukur analog ke sistem digital untuk meningkatkan akurasi dalam melakukan pengukuran kecepatan aliran air sungai. Pengukuran ini penting untuk kebutuhan industri, penelitian, atau perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji keandalan alat pengukur kecepatan aliran air berbasis flow sensor dengan sistem *hall-effect*, serta membandingkan hasil pengukurannya dengan metode pelampung. Sensor ini memiliki rotor air yang menghasilkan pulsa sesuai kecepatan aliran, yang kemudian diolah oleh mikrokontroler Atmega16 dan ditampilkan di layar. Hasil pengujian menunjukkan kesalahan pengukuran antara metode pelampung dan alat dalam rentang 1-8%. Misalnya, pada lintasan 10 meter, metode pelampung mencatat kecepatan 0,40 m/s, sementara alat mencatat 0,41 m/s dengan kesalahan 2,5%. Pada lintasan 15 meter, kesalahan mencapai 8%. Penelitian ini membuktikan bahwa alat berbasis *flow sensor* dapat menjadi alternatif andal untuk mengukur kecepatan aliran air dengan tingkat kesalahan yang dapat diterima. Hasil ini mendukung pengembangan teknologi digital untuk pengukuran yang lebih akurat dan efisien.

Kata kunci: *Hall-effect, flow meter, Mikrokontroler Atmega16, metode pelampung, kecepatan aliran air.*

ABSTRACT

Technology development has triggered a significant transformation from analogue measuring instruments to digital systems to enhance accuracy in measuring river flow velocity. This measurement is crucial for industrial needs, research, or Micro-Hydro Power plant planning. This study aims to develop and test the reliability of a flow velocity measuring device based on a flow sensor with a Hall-effect system and compare its measurements with those of the float method. The sensor features a water rotor that generates pulses corresponding to the flow velocity, which are then processed by an Atmega16 microcontroller and displayed on a screen. The test results showed measurement errors between the float method and the device in the 1-8% range. For example, on a 10-meter path, the float method recorded a velocity of 0.40 m/s, while the device recorded 0.41 m/s with an error of 2.5%. On a 15-meter path, the error reached 8%. This study proves that a flow sensor-based device can be a reliable alternative for measuring water flow velocity with an acceptable error margin. These results support the development of digital technology for more accurate and efficient measurements.

Keywords: *Hall-effect, flow meter, Atmega16 microcontroller, float method, water flow velocity.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat telah membawa transformasi signifikan dalam berbagai bidang, termasuk teknologi pengukuran. Transisi dari alat ukur analog ke sistem digital menciptakan peluang besar untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan kemudahan penggunaan. Alat ukur digital kini menjadi kebutuhan utama di sektor industri maupun rumah tangga karena mampu menyajikan hasil pengukuran yang lebih presisi dan langsung terbaca dalam bentuk angka (Suharjono et al., 2015).

Mikrokontroler, sebagai komponen utama dalam sistem digital, merupakan perangkat elektronika yang dirancang untuk mengontrol dan memproses data dengan efisien. Salah satu jenis mikrokontroler yang sering digunakan adalah Atmega16, yang memiliki kemampuan membaca, memproses, dan menampilkan data secara real-time. Keunggulan ini menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan akurasi tinggi dan efisiensi biaya (Winarko, 2023).

Dalam dunia industri, pengukuran kecepatan aliran air merupakan salah satu parameter penting untuk memastikan efisiensi proses distribusi fluida. Data yang akurat diperlukan untuk mendukung pengelolaan sumber daya air, seperti dalam perencanaan dan pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) (Purwanto, 2013). Teknologi pengukuran yang tepat dapat membantu mengidentifikasi potensi lokasi yang optimal serta meningkatkan efisiensi energi dalam operasionalnya (Ma`ruf Al Bawani & Sudarti, 2022).

Penelitian ini memanfaatkan sensor aliran berbasis prinsip *hall-effect* yang dikombinasikan dengan mikrokontroler Atmega16 untuk mengukur kecepatan aliran air. Sistem ini dirancang untuk menghasilkan data yang akurat dengan meminimalkan kesalahan pengukuran dibandingkan metode konvensional seperti metode pelampung. Data yang diperoleh akan diproses dan ditampilkan secara digital untuk mempermudah interpretasi hasil oleh pengguna (N & Khaidir, 2021).

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan alat pengukur kecepatan aliran air yang efisien, akurat, dan mudah dioperasikan untuk berbagai keperluan industri dan penelitian. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pengukuran berbasis mikrokontroler yang relevan dengan kebutuhan masa kini (Bayuanto et al., 2022).

METODE

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan dan menguji keakuratan alat pengukur kecepatan aliran air berbasis mikrokontroler ATmega16 yang memanfaatkan sensor aliran berbasis *hall-effect*. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan eksperimen yang dilakukan di dua lokasi, yaitu Sungai Lemoe dan Sungai Jawi-Jawi yang terletak pada Kota Parepare. Pada masing-masing lokasi, pengujian dilakukan pada lintasan sepanjang 10 meter dan 15 meter, dengan data dari alat pengukur dibandingkan dengan metode pelampung sebagai pembanding standar.

Proses penelitian diawali dengan perancangan alat pengukur yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor aliran air SEN02142B, mikrokontroler ATmega16, dan layar LCD 2x16 untuk menampilkan hasil pengukuran. Sensor aliran dipasang sedemikian rupa sehingga rotor berputar ketika terkena arus air, menghasilkan pulsa yang diolah oleh mikrokontroler untuk menghitung kecepatan aliran air menggunakan rumus $2\pi D \times RPS$ (1), di mana D adalah diameter rotor, dan RPS adalah putaran per detik (*Mekanika Fluida Jl. 1 Ed. 4, n.d.*).

Pengumpulan data dilakukan dengan dua metode. Pertama, menggunakan pelampung sebagai pembanding standar, di mana pelampung dilepaskan pada lintasan tertentu. Waktu

tempuh pelampung diukur menggunakan stopwatch, dan kecepatan dihitung dengan rumus $V = \frac{S}{T}$ (2), di mana S adalah panjang lintasan (m), dan T adalah waktu tempuh (s) (Razak et al., 2024). Kedua, menggunakan alat berbasis mikrokontroler, di mana kecepatan aliran langsung diukur oleh sensor dan ditampilkan di layar LCD. Setiap lintasan diukur sebanyak lima kali untuk memastikan konsistensi hasil.

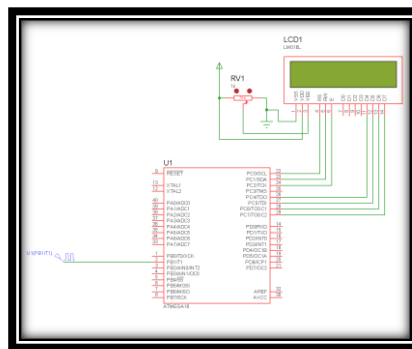
Data yang diperoleh dari kedua metode dianalisis dengan menghitung rata-rata kecepatan dan persentase kesalahan menggunakan formula:

$$Kesalahan = \frac{H_{alat} - H_{pelampung}}{H_{pelampung}} \times 100\% \quad (3)$$

Seluruh instrumen diuji sebelumnya dalam kondisi arus stabil untuk memastikan keandalan hasil pengukuran (Tangkudung, 2011). Sensor dipastikan dapat membaca perubahan kecepatan aliran secara akurat, sementara program pada mikrokontroler dirancang untuk memproses data secara efisien. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memberikan visualisasi yang lebih jelas terkait perbandingan kinerja antara alat dan metode pelampung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mikrokontroler AVR dengan jenis Atmega16 digunakan sebagai pusat pengendali sistem ini. Mikrokontroler tersebut menjalankan program yang telah diprogramkan sebelumnya untuk membaca data dari sensor aliran air. Data yang diperoleh dari sensor kemudian diteruskan ke layar LCD untuk ditampilkan. Sensor ini dihubungkan ke port B pada mikrokontroler, berfungsi sebagai pembaca kecepatan aliran air yang dihasilkan dari perputaran baling-baling. Perputaran tersebut menghasilkan pulsa yang dikirimkan ke mikrokontroler, yang selanjutnya akan memproses dan menampilkan hasilnya di LCD yang terhubung ke port C.



Gambar 1. Rangkaian Perangkat Keras Sistem
Figure 1. System Hardware Circuit



Gambar 2. Bentuk alat pengukur kecepatan aliran air
Figure 2. The form of a water flow velocity measuring device.

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana keberhasilan rancangan yang telah dibuat. Pengujian perangkat dilakukan secara langsung selama tahap pembuatan dan perakitan, memastikan setiap komponen berfungsi optimal dan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Data diambil dari alat pengukur kecepatan aliran air pada dua lokasi sungai, yaitu Sungai Lemoe di Kecamatan Bacukiki dan Sungai Jawi-Jawi di Kecamatan Ujung Kota Parepare. Pada masing-masing lokasi, dilakukan pengukuran di tiga titik percobaan. Data yang diperoleh dari pengujian ini adalah sebagai berikut:

Lokasi: Sungai Lemoe

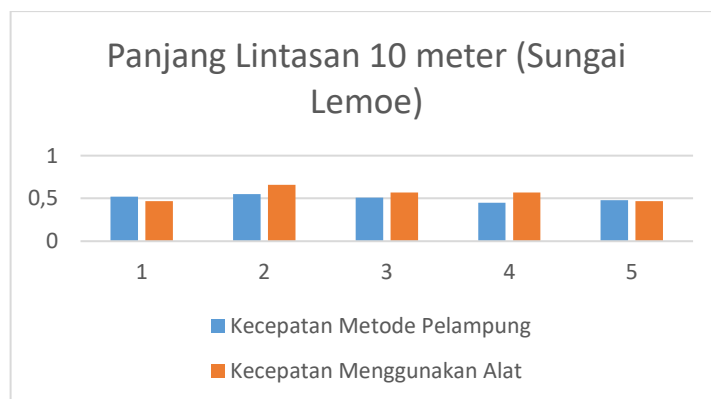
A. Titik 1 – Panjang Lintasan 10 Meter

Pada Sungai Lemoe di titik ke 1 dengan panjang lintasan 10 meter, didapatkan data hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian pada Lintasan 10 Meter (Sungai Lemoe – Titik 1)

Table 1. Test Result Data on a 10-Meter Track (Lemoe River – Point 1)

Percobaan/ Expretiment	Metode Pelampung/Float Method (s)	Kecepatan Metode Pelampung/Speed of Float Method (m/s)	Kecepatan Penggunaan Alat/Speed of Device Usage (m/s)
1	24,16	0,41	0,28
2	23,62	0,42	0,38
3	25,09	0,39	0,47
4	24,33	0,41	0,47
5	26,30	0,38	0,47
Rata-rata/ Average	24,7	0,40	0,41



Gambar 3. Grafik Lintasan 10 meter pada Titik 1 (Sungai Lemoe)
Figure 3. 10-Meter Trajectory Graph at Point 1 (Lemoe River)

Analisis data:

1. Metode Pelampung

Diketahui:

Jarak $S = 10 \text{ meter}$

Waktu rata – rata $T_{rata} = 24,7s$

Rumus:

$$V = \frac{S}{T_{rata}} = \frac{10}{24,7} = 0,40 \frac{m}{s}$$

2. Penggunaan Alat

Rata-rata kecepatan:

$$V_{rata} = \frac{\Sigma V}{B_{perc}} = \frac{2,07}{5} = 0,41 \frac{m}{s}$$

3. Persentase Kesalahan:

$$persentase\ kesalahan = \frac{V_{alat} - V_{pelampung}}{V_{pelampung}} \times 100\% = \frac{0,41 - 0,40}{0,40} \times 100\% = 2,5\%$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat akurasi yang baik dengan persentase kesalahan sebesar 2,5% pada lintasan 10 meter di titik 1 pada Sungai Lemoe.

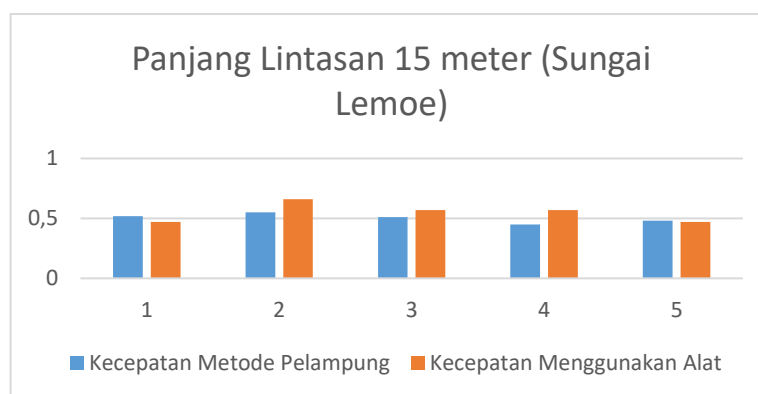
B. Titik 1 – Panjang Lintasan 15 Meter

Pada Sungai Lemoe di titik ke 1 dengan panjang lintasan 15 meter, didapatkan data hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 2. Data Hasil Pengujian pada Lintasan 15 Meter (Sungai Lemoe – Titik 1)

Table 2. Test Result Data on a 15-Meter Track (Lemoe River – Point 1)

Percobaan/ Experiment	Metode Pelampung/Float Method (s)	Kecepatan Metode Pelampung/Speed of Float Method (m/s)	Kecepatan Penggunaan Alat/Speed of Device Usage (m/s)
1	32,12	0,46	0,28
2	30,24	0,49	0,28
3	31,35	0,47	0,57
4	29,87	0,50	0,66
5	29,36	0,51	0,47
Rata-rata/ Average	30,58	0,49	0,45



Gambar 4. Grafik Lintasan 15 meter pada Titik 1 (Sungai Lemoe)

Figure 4. 15-Meter Trajectory Graph at Point 1 (Lemoe River)

Analisis data:

1. Metode Pelampung

Diketahui:

Jarak $S = 15\text{ meter}$

Waktu rata – rata $T_{rata} = 30,58s$

Rumus:

$$V = \frac{S}{T_{rata}} = \frac{15}{30,58} = 0,49 \frac{m}{s}$$

2. Penggunaan Alat

Rata-rata kecepatan:

$$V_{rata} = \frac{\Sigma V}{B_{perc}} = \frac{2,26}{5} = 0,45 \frac{m}{s}$$

3. Persentase Kesalahan:

$$persentase\ kesalahan = \frac{V_{alat} - V_{pelampung}}{V_{pelampung}} \times 100\% = \frac{0,49 - 0,45}{0,49} \times 100\% = 8\%$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat akurasi yang baik dengan persentase kesalahan sebesar 8% pada lintasan 15 meter di titik 1 pada Sungai Lemoe.

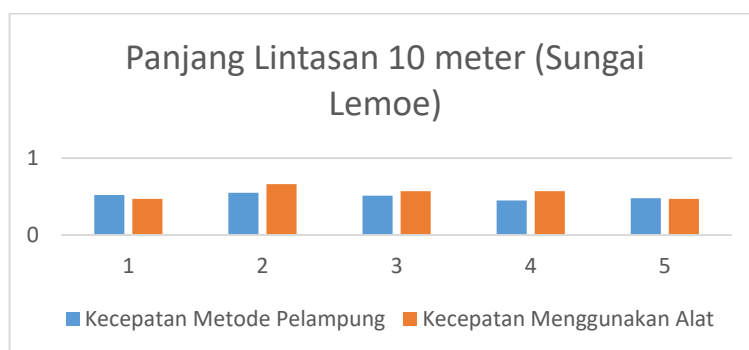
C. Titik 2 – Panjang Lintasan 10 Meter

Pada Sungai Lemoe di titik ke 2 dengan panjang lintasan 10 meter, didapatkan data hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 3. Data Hasil Pengujian pada Lintasan 10 Meter (Sungai Lemoe – Titik 2)

Table 3. Test Result Data on a 10-Meter Track (Lemoe River – Point 2)

Percobaan/ Expretiment	Metode Pelampung/Float Method (s)	Kecepatan Metode Pelampung/Speed of Float Method (m/s)	Kecepatan Penggunaan Alat/Speed of Device Usage (m/s)
1	12,31	0,81	0,94
2	11,32	0,88	0,85
3	11,84	0,84	0,85
4	12,92	0,77	0,75
5	12,62	0,79	0,66
Rata-rata/ Average	12,20	0,82	0,81



Gambar 5. Grafik Lintasan 10 meter pada Titik 2 (Sungai Lemoe)

Figure 5. 10-Meter Trajectory Graph at Point 2 (Lemoe River)

Analisis data:

1. Metode Pelampung

Diketahui:

Jarak $S = 10\text{ meter}$

Waktu rata – rata $T_{rata} = 12,20s$

Rumus:

$$V = \frac{S}{T_{rata}} = \frac{10}{12,20} = 0,82 \frac{m}{s}$$

2. Penggunaan Alat

Rata-rata kecepatan:

$$V_{rata} = \frac{\Sigma V}{B_{perc}} = \frac{4,05}{5} = 0,81 \frac{m}{s}$$

3. Persentase Kesalahan:

$$persentase\ kesalahan = \frac{V_{alat} - V_{pelampung}}{V_{pelampung}} \times 100\% = \frac{0,82 - 0,81}{0,82} \times 100\% = 1\%$$

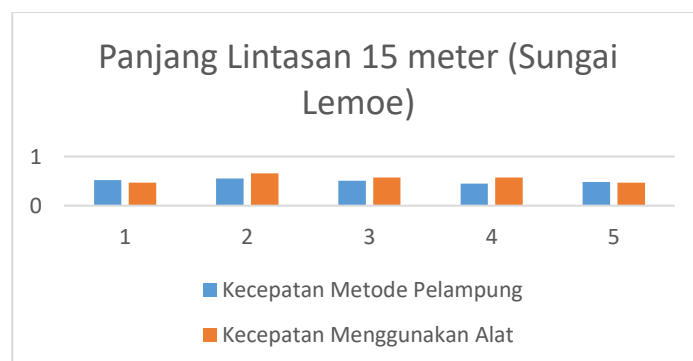
Hasil analisis menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat akurasi yang baik dengan persentase kesalahan sebesar 1% pada lintasan 10 meter di titik ke 2 pada Sungai Lemoe.

D. Titik 2 – Panjang Lintasan 15 Meter

Pada Sungai Lemoe di titik ke 2 dengan panjang lintasan 15 meter, didapatkan data hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 4. Data Hasil Pengujian pada Lintasan 15 Meter (Sungai Lemoe – Titik 2)
Table 4. Test Result Data on a 15-Meter Track (Lemoe River – Point 2)

Percobaan/ Expretiment	Metode Pelampung/Float Method (s)	Kecepatan Metode Pelampung/Speed of Float Method (m/s)	Kecepatan Penggunaan Alat/Speed of Device Usage (m/s)
1	17,75	0,84	0,75
2	18,16	0,82	0,85
3	17,82	0,84	0,85
4	17,16	0,87	0,85
5	16,92	0,88	0,85
Rata-rata/ Average	17,56	0,85	0,83



Gambar 6. Grafik Lintasan 15 meter pada Titik 2 (Sungai Lemoe)
Figure 6. 15-Meter Trajectory Graph at Point 2 (Lemoe River)

Analisis data:

1. Metode Pelampung

Diketahui:

Jarak $S = 15 \text{ meter}$

Waktu rata – rata $T_{rata} = 17,56s$

Rumus:

$$V = \frac{S}{T_{rata}} = \frac{15}{17,56} = 0,85 \frac{m}{s}$$

2. Penggunaan Alat

Rata-rata kecepatan:

$$V_{rata} = \frac{\Sigma V}{B_{perc}} = \frac{4,15}{5} = 0,83 \frac{m}{s}$$

3. Persentase Kesalahan:

$$\text{persentase kesalahan} = \frac{V_{alat} - V_{pelampung}}{V_{pelampung}} \times 100\% = \frac{0,85 - 0,83}{0,85} \times 100\% = 2\%$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat akurasi yang baik dengan persentase kesalahan sebesar 2% pada lintasan 15 meter di titik ke 2 pada Sungai Lemoe.

Lokasi: Sungai Jawi-Jawi

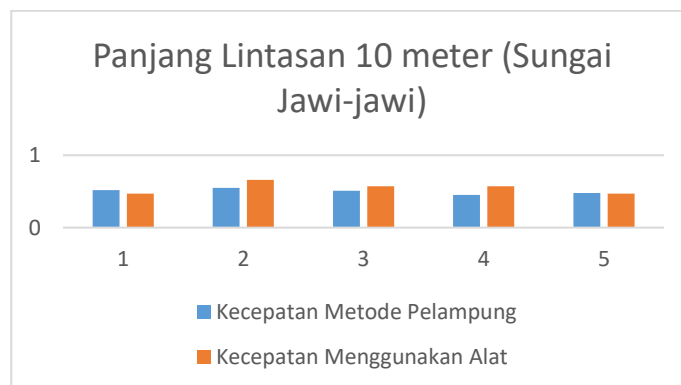
E. Titik 3 – Panjang Lintasan 10 Meter

Pada Sungai Jawi-Jawi di titik ke 3 dengan panjang lintasan 10 meter, didapatkan data hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 5. Data Hasil Pengujian pada Lintasan 10 Meter (Sungai Jawi-Jawi – Titik 3)

Table 5. Test Result Data on a 10-Meter Track (Jawi-Jawi River – Point 3)

Percobaan/ Expretiment	Metode Pelampung/Float Method (s)	Kecepatan Metode Pelampung/Speed of Float Method (m/s)	Kecepatan Penggunaan Alat/Speed of Device Usage (m/s)
1	19,08	0,52	0,47
2	18,16	0,55	0,66
3	19,54	0,51	0,57
4	21,85	0,45	0,57
5	20,65	0,48	0,47
Rata-rata/ Average	19,85	0,50	0,54



Gambar 7. Grafik Lintasan 10 meter pada Titik 3 (Sungai Jawi-jawi)
Figure 7. 10-Meter Trajectory Graph at Point 3 (Jawi-jawi River)

Analisis data:

1. Metode Pelampung

Diketahui:

Jarak $S = 10$ meter

Waktu rata – rata $T_{rata} = 19,85s$

Rumus:

$$V = \frac{S}{T_{rata}} = \frac{10}{19,85} = 0,50 \frac{m}{s}$$

2. Penggunaan Alat

Rata-rata kecepatan:

$$V_{rata} = \frac{\Sigma V}{B_{perc}} = \frac{2,74}{5} = 0,54 \frac{m}{s}$$

3. Persentase Kesalahan:

$$persentase\ kesalahan = \frac{V_{alat} - V_{pelampung}}{V_{pelampung}} \times 100\% = \frac{0,54 - 0,50}{0,50} \times 100\% = 8\%$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat akurasi yang baik dengan persentase kesalahan sebesar 8% pada lintasan 10 meter di titik 3 pada Sungai Jawi-Jawi.

Pada penelitian ini menunjukkan akurasi dari alat pengukuran kecepatan air dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan panjang lintasan. Pada lintasan 10 meter dengan arus stabil, seperti di Titik 1 dan Titik 2 Sungai Lemoe, persentase kesalahan kecil, yaitu 1%-2,5%, menunjukkan kinerja alat yang baik. Namun, di Titik 3 Sungai Jawi-Jawi, persentase kesalahan meningkat menjadi 8% akibat kondisi arus yang tidak stabil dan hambatan lingkungan. Sedangkan percobaan pada panjang lintasan 15 meter, persentase kesalahan cenderung lebih tinggi, mencapai 8% di Titik 1 Sungai Lemoe, karena durasi pengukuran lebih lama dan variasi arus lebih kompleks. Sementara itu, pada titik ke 2 kesalahan lebih rendah yaitu 2% karena arus relatif stabil. Secara keseluruhan, alat memiliki akurasi baik pada lintasan pendek dengan arus stabil, namun kesalahan meningkat pada lintasan panjang atau kondisi lingkungan atau arus tidak merata akan tetapi masih berada dalam *margin of error* sebesar 10% (Morris & Langari, 2011).

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan alat pengukuran aliran air berbasis mikrokontroler Atmega16 yang dilengkapi dengan sensor flow meter dan tampilan LCD. Berdasarkan pengujian pada lima titik lintasan, alat ini menunjukkan performa yang cukup akurat jika dibandingkan dengan metode konvensional menggunakan metode pelampung. Pada lintasan 10 meter, alat menghasilkan kecepatan aliran 0,41 m/s dengan kesalahan 2,5% dibandingkan metode pelampung yang mencatat 0,40 m/s. Pada lintasan 15 meter, alat mencatat kecepatan 0,45 m/s dengan kesalahan 8% dibandingkan 0,49 m/s pada metode pelampung. Pada lintasan ketiga, kecepatan yang dihasilkan alat adalah 0,81 m/s, sangat mendekati hasil metode pelampung sebesar 0,82 m/s dengan kesalahan hanya 1%. Lintasan keempat menunjukkan hasil serupa dengan alat mencatat 0,83 m/s dan metode pelampung 0,85 m/s, dengan kesalahan 2%. Pada lintasan terakhir, alat menghasilkan 0,54 m/s, sedikit lebih tinggi dibandingkan metode pelampung sebesar 0,50 m/s, dengan kesalahan 8%.

Secara keseluruhan, alat ini memiliki tingkat akurasi yang baik, terutama pada lintasan

pendek hingga sedang, dengan rata-rata kesalahan relatif kecil. Hasil ini menunjukkan bahwa alat berbasis Atmega16 ini dapat menjadi alternatif yang efektif dan efisien untuk pengukuran aliran air, menawarkan kepraktisan sekaligus hasil yang mendekati akurasi metode konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayuanto, J., Winarta, F. P., & Sari, E. P. (2022). RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO DI DESA DUKU ULU KECAMATAN CURUP TIMUR. *Jurnal Teknik Elektro Rafflesia*, 2(2), Article 2.
- Ma`ruf Al Bawani, A., & Sudarti, S. (2022). ANALISIS KELEMAHAN DAN KELEBIHAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER ENERGI LISTRIK. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5 No. 2.
- Mekanika Fluida Jl. 1 Ed. 4.* (n.d.). Erlangga.
- Morris, A. S., & Langari, R. (2011). *Measurement and Instrumentation: Theory and Application*. Academic Press.
- N, M. F. R., & Khaidir, M. (2021). Pengukuran Aliran Air Dan Tinggi Muka Air Pada Saluran Irigasi Dengan Hall Effect Sensor Dan Ultrasonik. *Jurnal Teknologi Dan Komputer (JTEK)*, 1(01), Article 01. <https://doi.org/10.56923/jtek.v1i01.54>
- Purwanto, A. A. (2013). *Rancang bangun turbin cross flow pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan variasi debit dan head* [Skripsi]. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Razak, A., Taufik, T., & Maimun, M. (2024). ANALISIS POTENSI ENERGI LISTRIK PADA ALIRAN SUNGAI BAROE GAROT SEBAGAI SUMBER ALTERNATIF TENAGA PEMBANGKIT LISTRIK DI KECAMATAN INDRA JAYA – PIDIE. *JURNAL TEKTR0*, 8.
- Suharjono, A., Nurina Rahayu, L., & Afwah, R. (2015). Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang. *JURNAL TELE*, 13.
- Tangkudung, H. (2011). PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN DENGAN MENGGUNAKAN PELAMPUNG DAN CURRENT METER. *TEKNO*, 9(55), Article 55. <https://doi.org/10.35793/jts.v9i55.4068>
- Winarko, M. (2023). *SENSOR HALL EFEKT SEBAGAI PENGUKUR KECEPATAN PERAHU LISTRIK PENUMPANG WISATA RELIGI DI SAYUNG* [Skripsi]. UNIVERSITAS SEMARANG.